

17.06.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 5月22日

出願番号
Application Number: 特願2003-145377

[ST. 10/C]: [JP 2003-145377]

出願人
Applicant(s):

株式会社アマダ
株式会社エヌエスエンジニアリング

REC'D 01 AUG 2003

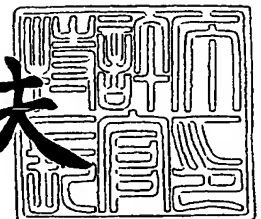
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 7月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 A2003116

【提出日】 平成15年 5月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B30B 15/18

【発明の名称】 プレス機械の連続加工システム

【請求項の数】 4

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県伊勢原市石田 3 1 8 - 3

 【氏名】 内藤 欽志郎

【発明者】

 【住所又は居所】 群馬県甘楽郡甘楽町天引 2 5 8

 【氏名】 関山 篤藏

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県小田原市東町 1 - 9 - 8

 【氏名】 大竹 俊昭

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県厚木市恩名 1 5 5 7 - 2 - 1

 【氏名】 栗山 晴彦

【特許出願人】

 【識別番号】 390014672

 【氏名又は名称】 株式会社 アマダ

【特許出願人】

 【識別番号】 595067372

 【氏名又は名称】 株式会社 エヌエスエンジニアリング

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-177149

【出願日】 平成14年 6月18日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102134

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プレス機械の連続加工システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、

前記サーボモータとして、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使うことで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータを用いて、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動するように構成し、

ラムがプレス加工に要する所定の下降端位置と、この位置から戻されてラムの下端部が工具上面から離れる位置との間を上下動するように、前記サーボモータにより、前記作動軸をラムの当該両位置間に相当する角度範囲だけ連続して往復回動させることで、ワークに連続的なプレス加工を行なうことを特徴とするプレス機械の連続加工システム。

【請求項 2】 ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、

前記サーボモータとして、ラムを上下動させる作動軸の両端に互いに対向して設置され、かつ、互いに同一の速度－トルク特性に基づくトルクを合成して使うことで必要なラム圧力を発生可能な一対のサーボモータを用いて、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動するように構成し、

ラムがプレス加工に要する所定の下降端位置と、この位置から戻されてラムの下端部が工具上面から離れる位置との間を上下動するように、前記一対のサーボモータにより、前記作動軸をラムの当該両位置間に相当する角度範囲だけ連続して往復回動させることで、ワークに連続的なプレス加工を行なうことを特徴とするプレス機械の連続加工システム。

【請求項 3】 前記サーボモータは、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使い、機構のイナーシャを利用しないで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のプレス機械の連続加工システム。

【請求項 4】 ラムを上下動させる前記作動軸はエキセンシャフトで構成さ

れ、前記サーボモータは、前記エキセンシャフトをモータ主軸として構成したことを特徴とする請求項1または請求項2記載のプレス機械の連続加工システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えばタレットパンチプレスに適用されるプレス機械の連続加工システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、パンチプレスには、ラムの駆動源として油圧を用いる油圧式のものと、サーボモータを用いる電動式のものとがある。

【0003】

また、パンチプレスでは、例えばニブリングなど同一のパンチ金型を使ってワークを連続的に打ち抜く加工を行なうことがあり、このような連続パンチング加工では、ラムの高速化が求められる。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-62591号公報

【0005】

【特許文献2】

特開2001-62596号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の油圧式のパンチプレスは、油圧を利用し切換弁を用いてラムを往復動させるものであるため、電氣的な制御に比べて応答性が悪く、制御指令に対して遅れの生じることが避けられず、そのため、ラムの高速化には適していない。

【0007】

また、従来の電動式のパンチプレスは、例えばトグルやフライホイールなどの

機構を利用することで加工に必要なトルクを発生しているため、この機構によるイナーシャがラムの往復動を遅らせる原因となり、また、それに加えて、サーボモータの主軸とラムを上下動させる作動軸とは、ギヤなどの動力伝達機構を介してドライブされるため、この動力伝達機構によるロスや遅れも生じることが避けられない。そのため、ラムの高速化には一定の限界があり、その限界を超えることは困難であるという問題があった。

【0008】

この発明の課題は、上記従来のもののもつ問題点を排除して、ラムの駆動源としてサーボモータを用い、しかも、トグルやフライホイールなどの機構およびギヤなどの動力伝達機構を利用しないことで、駆動力の伝達遅れが原理的になく、制御遅れも発生せず、それにより、応答性がよくて高速化を図ることのできるプレス機械の連続加工システムを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

この発明は上記課題を解決するものであって、請求項1に係る発明は、ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、前記サーボモータとして、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使うことで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータを用いて、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動するように構成し、ラムがプレス加工に要する所定の下降端位置と、この位置から戻されてラムの下端部が工具上面から離れる位置との間を上下動するように、前記サーボモータにより、前記作動軸をラムの当該両位置間に相当する角度範囲だけ連続して往復回転させることで、ワークに連続的なプレス加工を行なうプレス機械の連続加工システムである。

【0010】

請求項2に係る発明は、ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、前記サーボモータとして、ラムを上下動させる作動軸の両端に互いに対向して設置され、かつ、互いに同一の速度－トルク特性に基づくトルクを合成して使うことで必要なラム圧力を発生可能な一対のサーボモータを用いて、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動するように構成し、ラムがプレス加工に要する

所定の下降端位置と、この位置から戻されてラムの下端部が工具上面から離れる位置との間を上下動するように、前記一对のサーボモータにより、前記作動軸をラムの当該両位置間に相当する角度範囲だけ連続して往復回転させることで、ワークに連続的なプレス加工を行なうプレス機械の連続加工システムである。

【0011】

請求項 3 に係る発明は、請求項 1 または請求項 2 記載の発明において、前記サーボモータは、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使い、機構のイナーシャを利用しないで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータであるプレス機械の連続加工システムである。

【0012】

請求項 4 に係る発明は、請求項 1 または請求項 2 記載の発明において、ラムを上下動させる前記作動軸はエキセンシャフトで構成され、前記サーボモータは、前記エキセンシャフトをモータ主軸として構成したプレス機械の連続加工システムである。

【0013】

【発明の実施の形態】

この発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。

図 1 は、この発明によるプレス機械の連続加工システムの一実施の形態を示す要部の縦断面図、図 2 はその右側面図であり、このプレス機械の連続加工システム 1 は、タレットパンチプレス 10 に適用したものである。

【0014】

タレットパンチプレス 10 は、平行に立設したフレーム 11 a、11 b に設けた軸受部 12 a、12 b にエキセンシャフト 20 が軸支されている。フレーム 11 a、11 b 間のほぼ中央に位置するエキセンシャフト 20 の偏心軸部 20 e には、コンロッド 21 を介してラム 22 が取り付けられ、エキセンシャフト 20 が回転または回転することで、コンロッド 21 を介してラム 22 がラムガイド 23 に沿って上下動し、ラム 22 の下端に取り付けられるストライカ 24 もラム 22 と一体に上下動する。そして、ラム 22 が下降するとき、ストライカ 24 が、タレット 25 に装着してあるパンチ金型 26 を押圧してワークを打ち抜くようにな

っている。

【0015】

また、エキセンシャフト20の両端延長部20a、20bはフレーム11a、11bから外方へ延び、この延長部20a、20bをモータ主軸31a、31bとするサーボモータ30a、30bが、フレーム11a、11bの外側にそれぞれ取り付けられている。

【0016】

サーボモータ30aは、エキセンシャフト20の延長部20aをモータ主軸31aとして構成される。すなわち、エキセンシャフト20の延長部20aの周囲に、外周に偶数個（4個）の磁極用マグネット（永久磁石）32aを円周方向に沿って所定間隔（90°間隔）で備えたスリーブ33aを嵌装してブッシュ34aで固定することで、ロータ（回転子）35aを構成する。そしてこのロータ35aの中心軸をなすエキセンシャフト20の延長部20aは、モータ主軸31aそのものである。そのため、サーボモータ30aは、延長部20aしたがってエキセンシャフト20を、実質的にロータ35aとして用いるものである。

【0017】

また、サーボモータ30aは、三相電機子巻線Ua、Va、Waを巻いた外筒36aをロータ35aに外装してフレーム11aに固定し、これによりステータ（固定子）37aを構成する。

【0018】

一方、サーボモータ30bも、サーボモータ30aと同様に、エキセンシャフト20の延長部20bをモータ主軸31bとして構成される。すなわち、エキセンシャフト20の延長部20bの周囲に、外周に偶数個（4個）の磁極用マグネット（永久磁石）32bを円周方向に沿って所定間隔（90°間隔）で備えたスリーブ33bを嵌装してブッシュ34bで固定することで、ロータ（回転子）35bを構成する。そしてこのロータ35bの中心軸をなすエキセンシャフト20の延長部20bは、モータ主軸31bそのものである。そのため、サーボモータ30bは、延長部20bしたがってエキセンシャフト20を、実質的にロータ35bとして用いるものである。

【0019】

また、サーボモータ 30 b は、三相電機子巻線 U b、V b、W b を巻いた外筒 36 b をロータ 35 b に外装してフレーム 11 b に固定し、これによりステータ (固定子) 37 b を構成する。

【0020】

このように、サーボモータ 30 a とサーボモータ 30 b とは、同様のものであるが、ただし、互いにミラーイメージで対称に構成されたものであり、このミラーイメージで対称である点を除けば、互いに全く同一のものであって、互いのロータ 35 a、ロータ 35 b が一体に構成されるから、ロータ 35 a、35 b の回転角度を検出するロータリエンコーダ 38 は一方 (例えばサーボモータ 30 b) にのみ設けて共用され、また、互いに同一の速度-トルク特性を有し、この速度-トルク特性に基づくトルクを合成して使うことで、必要なラム圧力を発生する性能を有するものである。

【0021】

すなわち、サーボモータ 30 a のロータ 35 a の磁極位置 (磁極用マグネット 32 a の円周方向位置) と、サーボモータ 30 b のロータ 35 b の磁極位置 (磁極用マグネット 32 b の円周方向位置) とは、互いにミラーイメージで対称に位置決めして取り付けられ、また、サーボモータ 30 a の三相電機子巻線 U a、V a、W a の円周方向位置と、サーボモータ 30 b の三相電機子巻線 U b、V b、W b の円周方向位置とは、互いにミラーイメージで対称に位置決めして取り付けられている。

【0022】

そのため、図 3 に示すように、サーボモータ 30 a の制御回路であるサーボアンプ 40 a のパワードライバ 42 a と、サーボモータ 30 b の制御回路であるサーボアンプ 40 b のパワードライバ 42 b とを、同一ゲート信号でドライブすれば、サーボモータ 30 a およびサーボモータ 30 b には、同位相、同一電流値の三相交流電流しか流れないから、サーボモータ 30 a のトルクベクトルとサーボモータ 30 b のトルクベクトルとが同位相、同一となり、そのため、サーボモータ 30 a およびサーボモータ 30 b の合成トルクは、正確に、両サーボモータ 3

0 a、30 bのトルクの和となる。この関係は、サーボモータ30 aとサーボモータ30 bとが、図1, 図3に示すように別体に構成されていようが、後述する図14, 図16に示すように三相並列回路として一体に構成されていようが、全く同様である。

【0023】

サーボアンプ40 aは、図3に示すように、三相の商用交流電源をA-D変換するコンバータ41 aと、パワードライバ42 aと、パワードライバ42 aの前端に設けられ、高周波電流成分をカットすることでピーク電流を抑制するリアクトル43 aと、容量の大きい蓄電用のコンデンサ44 aとで構成され、パワードライバ42 aの6個のパワートランジスタQがゲート信号でドライブされることで、パワードライバ42 aの三相交流出力によってサーボモータ30 aを駆動するものである。パワードライバ42 aの各パワートランジスタQには、サーボモータ30 aの減速期間中に発生する回生電流を流すためのダイオードDが接続しており、回生電流はコンデンサ44 aに流れ込んで回生電力として蓄えられる。コンデンサ44 aは、この回生電力を用いて、リアクトル43 aによるピーク電流の抑制により不足する電力エネルギー、すなわち、高速動作の電力エネルギーおよび／または打ち抜き用の電力エネルギーを供給するものである。また、サーボアンプ40 bも、サーボアンプ40 aと全く同様に構成されている。

【0024】

このようなサーボアンプ40 a、40 bの制御により、サーボモータ30 a、30 bは、エキセンシャフト20の偏心軸部20 eが、ラム22がパンチング加工に要する所定の下降端位置にあるのに相当するL位置（図4参照）と、この位置から戻されてラム22下端のストライカ24がパンチ金型26上面から離れる上昇端位置にあるのに相当するH位置（図4参照）との間を上下動するように、エキセンシャフト20をL、H両位置間に相当する角度範囲 θ だけ往復して回転させることで、ワークにパンチング加工を行なうようになっている。

【0025】

図4（a）に示すように、ラム22の下降端位置に相当するエキセンシャフト20の偏心軸部20 eのL位置は、エキセンシャフト20の偏心量E（エキセン

シャフト 20 の軸線と偏心軸部 20 e の軸線との距離) によって決まるラム 22 の全上下動可能ストロークの下死点 B よりやや手前上方に設定され、また、ラム 22 の上昇端位置に相当するエキセンシャフト 20 の偏心軸部 20 e の H 位置は、ラム 22 の全上下動可能ストロークの中間高さ M よりやや下方に設定される。すなわち、エキセンシャフト 20 の前記往復回動角度範囲 θ は、使用するパンチ金型 26 のストロークにもよるが、約 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 程度に設定される。

【0026】

また、図 4 (b) に示すように、サーボモータ 30 a、30 b は、金型交換時、タレット回転時などには、エキセンシャフト 20 の偏心軸部 20 e (すなわちラム 22) を上死点 T に位置決めする。そして、サーボモータ 30 a、30 b は、加工開始にともない、エキセンシャフト 20 の偏心軸部 20 e を、この上死点 T からラム 22 の下降端位置に相当する L 位置まで回動させることでラム 22 を下降させて 1 回目のパンチング加工を行なった後、ラム 22 の上昇端位置に相当する H 位置まで戻してその位置でラム 22 を待機させ、2 回目以降のパンチング加工では、エキセンシャフト 20 の偏心軸部 20 e を、H 位置と L 位置との間の前記往復回動角度範囲 θ を往復して回動させる。

【0027】

さらに、エキセンシャフト 20 の偏心軸部 20 e の全周回転範囲のうち、つねに図 4 (b) に示すように片側半周分だけを使用すると、潤滑油の行き渡り方ははじめ各部が均等に使用されないことによる不都合が生じる可能性がある。このような不都合を回避するため、サーボモータ 30 a、30 b は、必要に応じて、図 4 (c) に示すように反対側の半周分も使用するよう構成される。このような、図 4 (b) に示す側と図 4 (c) に示す側との切り換えは、例えば、金型交換の都度またはタレット回転のたびに、あるいは、あらかじめ決められたパンチング回数ごとなどに応じて、自動的に行われることが好ましい。

【0028】

以上説明したように、サーボモータ 30 a、30 b がエキセンシャフト 20 を直接駆動して、ラム 22 の下降端位置に相当する L 位置と上昇端位置に相当する H 位置との間の往復回動角度範囲 θ だけを連続して往復回動させることは、ワー

クに連続的なパンチング加工を行なううえで、ラム 22 の高速化にきわめて有効である。

【0029】

次に、上記の実施の形態の作用について、図 5 ～図 13 に示す説明図を用いて説明する。

【0030】

図 5 は、サーボモータ 30 a、30 b の速度－トルク特性の例①、②を示し、この図は、ラム 22 にかかる負荷の大きさによって、その負荷の大きさに必要なラム 22 の駆動トルクを発生するうえで、サーボモータ 30 a、30 b が運転可能な速度の上限を示したものである。

【0031】

図 5 からわかるように、サーボモータ 30 a、30 b は、ラム 22 にかかる負荷が軽いときは必要なトルクが小さいため、ラム 22 の駆動速度が低下しなくてパンチングの打ち抜き速度は速く、一方、ラム 22 にかかる負荷が重いほど必要なトルクが大きくなるため、ラム 22 の駆動速度が低下してパンチングの打ち抜き速度は遅くなる。もともと、打ち抜き加工における騒音の発生は、ワークの材質、板厚その他各種の条件によってさまざまであるが、ラムの駆動による打ち抜き速度が速いときは騒音は大きく、打ち抜き速度が遅くなるほど騒音は小さくなり、また、打ち抜き速度が一定であれば、負荷が軽いときは騒音は小さく、負荷が重いほど騒音は大きくなることが知られている。このことから、図 5 に示すサーボモータ 30 a、30 b の速度－トルク特性のように、負荷が重いほどラム速度が低下することは、そのまま低騒音化につながるのである。しかも、このようなラム速度の低下は、作業効率を妨げるものではないことが、以下に示す各種ワークについての打ち抜き加工の実測データおよびそれに基づく特徴抽出波形データから明らかである。

【0032】

図 6 はノーワークのときの打ち抜き加工の実測データ、図 7 (a) はそれに基づく特徴抽出波形データ、(b) はその打ち抜きトルク－速度特性を示す。

【0033】

図 6, 7 に示すように、ワークのないときは、ラム 22 の 1 サイクルの前半において、速度カーブおよびトルクカーブはいずれも正転方向に立ち上がって一定値を保ち、これによりラム位置カーブは上昇端位置（H 位置相当）から下降端位置（L 位置相当）まで実質的に均一に下降する。つぎに、ラム 22 の 1 サイクルの後半において、速度カーブおよびトルクカーブはいずれも逆転方向に立ち上がって一定値を保ち、これによりラム位置カーブは下降端位置（L 位置相当）から上昇端位置（H 位置相当）まで実質的に均一に上昇する。

【0034】

図 8 は薄板のワークを小径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データ、図 9（a）はそれに基づく特徴抽出波形データ、（b）はその打ち抜きトルク－速度特性を示す。

【0035】

図 8, 9 に示すように、薄板のワークを小径のパンチで打ち抜くときは、ラム 22 の 1 サイクルの前半における挙動が図 6, 7 の場合と異なる。すなわち、初期動作は図 6, 7 の場合と同様、速度カーブおよびトルクカーブはいずれも正転方向に立ち上がって一定値になり、これによりラム位置カーブは上昇端位置（H 位置相当）から実質的に均一に下降し始める。ところが、ラム 22 下端のストライカ 24 がパンチ金型 26 を押し込んでその先端がワーク上面に当たることでワークから負荷を受けると、トルクカーブが急激に上昇するとともに速度カーブが減少し、これにともなってラム位置カーブの下降が緩やかに（遅く）なる。そして、パンチ金型 26 の先端がワーク下面手前まで下降してワークから受ける負荷が急減すると、トルクカーブが急激に下降するとともに、速度カーブが速度減少分を取り戻すべく前記一定値を超えて加速し、これにともなってラム位置カーブも下降速度を加速する。その後ラム 22 の 1 サイクルの後半では、図 6, 7 の場合と同様に、ラム位置カーブは下降端位置（L 位置相当）から上昇端位置（H 位置相当）まで実質的に均一に上昇する。

【0036】

図 10 は同じ薄板のワークを大径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データ、図 11（a）はそれに基づく特徴抽出波形データ、（b）はその打

ち抜きトルク-速度特性を示す。

【0037】

図10, 11に示すように、薄板のワークを大径のパンチで打ち抜くときは、ラム22の1サイクルの前半における挙動が図8, 9の場合と異なる。すなわち、初期動作は図8, 9の場合と同様、速度カーブおよびトルクカーブはいずれも正転方向に立ち上がって一定値になり、これによりラム位置カーブは上昇端位置（H位置相当）から実質的に均一に下降し始める。ところが、ラム22下端のストライカ24がパンチ金型26を押し込んでワークから負荷を受けると、図8, 9の場合に比べてパンチの直径が大きいワークから受ける負荷が大きく、そのため、トルクカーブが図8, 9の場合より大きく上昇するとともに速度カーブが図8, 9の場合より大きく減少し、これにともなってラム位置カーブの下降が図8, 9の場合よりずっと緩やかに（遅く）なる。そして、パンチ金型26の先端がワーク下面手前まで下降してワークから受ける負荷が急減すると、トルクカーブが急激に下降するとともに、速度カーブが速度減少分を取り戻すべく図8, 9の場合より大きく加速し、これにともなってラム位置カーブも下降速度を図8, 9の場合より大きく加速する。その後ラム22の1サイクルの後半では、図8, 9の場合と同様に、ラム位置カーブは下降端位置（L位置相当）から上昇端位置（H位置相当）まで実質的に均一に上昇する。

【0038】

図12は厚板のワークを小径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データ、図13（a）はそれに基づく特徴抽出波形データ、（b）はその打ち抜きトルク-速度特性を示す。

【0039】

図12, 13に示すように、厚板のワークを小径のパンチで打ち抜くときも、図8, 9の場合に比べてワークの板厚が厚いためワークから受ける負荷が大きく、そのためラム22の1サイクルの前半における挙動が図8, 9の場合と異なるが、図10, 11の場合と比べれば大差はない。

【0040】

このように、ラム22にかかる負荷の大きさによって、速度カーブが減少して

ラム位置カーブの下降が緩やかに（遅く）なれば、その速度減少分を取り戻すべく速度カーブが一定値を超えて加速し、ラム位置カーブも下降速度を加速することで、負荷によるラム速度の低下は、ラム 22 の 1 サイクル中における加減速として吸収・解消されてしまい、そのため、ラム 22 の 1 サイクルを通じて要する時間には実質的な変化がなく、ラム 22 の高速化の妨げとはならない。

【0041】

このようなモータの速度－トルク特性は、つぎのように説明できる。モータは、供給される電気エネルギーを負荷に作用するエネルギーに変換するものであり、サーボモータ 30 a、30 b の場合、供給される電気エネルギーは、サーボアンプ 40 a、40 b によって容量が決定され、また電源電圧の制限も受け、電源電圧以上の電圧を印加することもできない。

【0042】

一方、負荷に作用するエネルギーすなわちモータトルクは、サーボモータ 30 a、30 b の場合、ラム 22 を下降させる適宜加速度の正転と、ラム 22 を上昇させる適宜加速度の逆転とを繰り返すサイクルのラム下降動作中に、パンチングの打ち抜き動作を実行するものであるから、ラム 22 の運動エネルギー発生用のトルクと、打ち抜き加圧力発生用のトルクとに分けられる。

【0043】

このような場合、加速度がかなり低ければ（ラム 22 の上下動が遅ければ）、運動エネルギー発生用のトルク分が少なく済むため、モータトルクのほとんどすべてを加圧力発生用のトルクとして利用できる。そのため、ワークの板厚、材質などの条件によって大きな加圧力を要求されても、その加圧力を十分に発生することができ、運動エネルギー発生用のトルクが不足してラム 22 の速度に影響を及ぼすことはない。

【0044】

これに対し、実際には作業効率などから、ある程度高い加速度（ラム 22 の上下動が速い）が要請されるため、モータトルクのうち加圧力発生用のトルクとして利用できる分に限られる。そのため、ワークの板厚、材質などの条件によって大きな加圧力を要求されると、その加圧力を発生するのにモータトルクの大部分

が使われ、運動エネルギー発生用のトルクが不足し、ラム 22 の速度を維持することができなくてラム 22 の下降速度が減速してしまう。

【0045】

ところが、このラム 22 の下降速度の減速こそが、パンチングの打ち抜き動作にともなう騒音、振動の低騒音化、低振動化にきわめて有用な特性である。すなわち、ワークの板厚、材質などの条件によって、要求される加圧力（加圧トン数）が比較的小さいときは、ラム 22 の下降速度の速度低下が少ないから、軽い負荷の打ち抜き動作は比較的速くなり、また、要求される加圧力（加圧トン数）が比較的大きいときは、ラム 22 の下降速度の速度低下が多いから、重い負荷の打ち抜き動作は比較的遅くなり、しかも、このような打ち抜き速度の変動は、要求される加圧力（加圧トン数）に応じて自動的に決定されるから、打ち抜きトン数による打ち抜きパターン（ラム 22 の下降パターン）の指令が不要である。つまり、ラム 22 の下降速度を維持できなくなることによって、最適な打ち抜きパターン（ラム 22 の下降パターン）が自動的に生成されることになる。

【0046】

逆にいえば、サーボアンプ 40 a、40 b によって供給される電気エネルギーの容量が決定されるサーボモータ 30 a、30 b のモータトルクが、タレットパンチプレス 10 で取り扱うワークの種類に応じて、軽い負荷から重い負荷まで最適な打ち抜きパターン（ラム 22 の下降パターン）が生成されるモータトルクとなるように、使用するサーボモータ 30 a、30 b の速度－トルク特性を設定することで、パンチングの打ち抜き動作にともなう騒音、振動の低騒音化、低振動化が実現できる。

【0047】

そして、トグルやフライホイールなどの機構を利用しないモーターラム作動軸直結型の電動式パンチプレスにおいて、図 5 ～図 13 に示すような説明に基づくパンチングの打ち抜き動作にともなう騒音、振動の低騒音化、低振動化が実現されるものは、結局、この発明による連続加工システム 1 のサーボモータ 30 a、30 b と同様の速度－トルク特性を備えているといえる。

【0048】

ここで、サーボアンプ 40 a、40 b のリアクトル 43 a、43 b およびコンデンサ 44 a、44 b の作用について説明する。

【0049】

リアクトル 43 a、43 b の値を L とすると、インピーダンス Z は $Z = 2\pi fL$ であるから、周波数の高い成分に対しては大きな抵抗となる。そのためリアクトル 43 a、43 b は、高周波電流成分をカットすることでピーク電流を抑制することができるものであり、これによりサーボアンプ 40 a、40 b のピーク電力が抑制されるため、 L 値がかなり大きなリアクトル 43 a、43 b を用いることで、例えばトグルやフライホイールなどの機構を利用する場合に比べて、電力会社との契約電力を実質的に変更する必要のないピーク電力に調整することができる。

【0050】

ところが、パンチプレスによる打ち抜き加工では、ラム 22 を上下動させるエキセンシャフト 20 を高速動作させるには大きな運動エネルギーが必要で、しかもその頻度も高いから、リアクトル 43 a、43 b の L 値がかなり大きくなると、サーボアンプ 40 a、40 b からサーボモータ 30 a、30 b への高速動作の電力エネルギー供給が間に合わない虞がある。また、パンチプレスによる打ち抜き加工では、打ち抜き加工時に大きな抜きエネルギーが必要であるから、リアクトル 43 a、43 b の L 値がかなり大きくなると、サーボアンプ 40 a、40 b からサーボモータ 30 a、30 b への打ち抜き動作の電力エネルギー供給が不足する虞がある。

【0051】

そこで、このようなサーボアンプ 40 a、40 b からサーボモータ 30 a、30 b への高速動作の電力エネルギー供給、および／または、打ち抜き動作の電力エネルギー供給を補うために、コンデンサ 44 a、44 b を設けてあり、容量がかなり大きなコンデンサ 44 a、44 b を用いることで、高速動作に必要な電力エネルギーおよび／または打ち抜き動作に必要な電力エネルギーを、サーボアンプ 40 a、40 b からサーボモータ 30 a、30 b へ十分に供給することができる。

【0052】

したがって、L 値がかなり大きくなりアクトル 43 a、43 b を用いるとともに、容量がかなり大きなコンデンサ 44 a、44 b を用いることで、ピーク電力を所望に応じて低減することができるとともに、タレットパンチプレス 10 の本来の性能に応じた高速パンチング加工を実行することができる。

【0053】

図 14 は、この発明によるプレス機械の連続加工システムの他の実施の形態を示す要部の縦断面図、図 15 はその右側面図であり、このプレス機械の連続加工システム 101 は、タレットパンチプレス 110 に適用したものである。

【0054】

このタレットパンチプレス 110 は、一対のサーボモータ 30 a、30 b に代えて、図 16 に示すように、サーボモータ 30 a、30 b を三相並列回路として一体に構成した 1 台のサーボモータ 130 を使用したものであり、サーボモータ 30 a、30 b と同様の速度トルク特性を有するものである。そのため、サーボモータ 130 は、サーボモータ 30 a または 30 b の一方と比べると大型であり、それに応じて、エキセンシャフト 120 は一端にのみ、延長部 20 a に比べて長く延びた延長部 120 a が形成され、この延長部 120 a をモータ主軸 131 とするサーボモータ 130 が、フレーム 111 a の外側に取り付けられている。プレス機械の連続加工システム 101 のその他の構成は、図 1、図 2 に示すプレス機械の連続加工システム 1 と同様のものであるので、同様の部分に図 1、図 2 で使用した符号に 100 を加えた符号をつけて示すことで、プレス機械の連続加工システム 101 の各部の構成についての詳細な説明は省略する。また、プレス機械の連続加工システム 101 の作用も、プレス機械の連続加工システム 1 と同様である。

【0055】

このような、サーボモータ 130 が 1 台のみ（シングルドライブ）のタレットパンチプレス 110 と、一対のサーボモータ 30 a、30 b を備えたツインドライブのタレットパンチプレス 10 とを比較すると、つぎのような違いがある。すなわち、シングルドライブのタレットパンチプレス 110 の場合は、サーボモ-

タ 130 の重量による応力をフレーム 111 b のみで受けるため、フレーム 111 a、111 b に歪みが生じる。また、サーボモータ 130 の発熱により、熱の不均一による歪みも生じる。また、軸受部 112 a、112 b の応力も互いに異なる。したがって、これらに対する対策を講じる必要がある。これに対し、ツインドライブのタレットパンチプレス 10 の場合は、応力歪みがなくなり、熱も分散・平均化されるという利点がある。

【0056】

なお、上記の実施の形態では、エキセンシャフト 20 の両端延長部 20 a、20 b 自体を、サーボモータ 30 a、30 b の主軸 31 a、31 b として構成したが、これに限定するものでなく、必要であれば、例えば、エキセンシャフト 20 と主軸 31 a、31 b とを別部材として構成し、ボルト止めその他適宜の手段によりエキセンシャフト 20 の両端部に主軸 31 a、31 b をそれぞれ固着することで、両者を一体に構成することが可能であり、また、エキセンシャフト 120 とサーボモータ 130 の主軸 131 との関係も同様である。

【0057】

また、上記の実施の形態では、連続加工システム 1、101 をタレットパンチプレス 10、110 に適用したが、これに限定するものでなく、パンチプレス以外の各種のプレス機械に適用することが可能である。

【0058】

【発明の効果】

この発明は以上のように、ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、そのサーボモータとして、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使うことで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータを用いて、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動するように構成し、ラムがプレス加工に要する所定の下降端位置と、この位置から戻されてラムの下端部が工具上面から離れる位置との間を上下動するように、サーボモータにより、作動軸をラムのその両位置間に相当する角度範囲だけ連続して往復回転させることで、ワークに連続的なプレス加工を行なうように構成したので、トグルやフライホイールなどの機構およびギヤなどの動力伝達機構を利用せずに、ラムを上下動させる作動軸をサーボモータ

により直接駆動することができ、そのため、駆動力の伝達遅れが原理的になく、制御遅れも発生せず、それにより、応答性がよくて高速化を図ることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明によるプレス機械の連続加工システムの一実施の形態を示す要部の縦断面図である。

【図 2】

図 1 に示す要部の右側面図である。

【図 3】

図 1 のサーボモータとそれを駆動するサーボアンプの構成例を示す結線図である。

【図 4】

エキセンシャフトの偏心軸部（ラム）の作動領域を示す説明図である。

【図 5】

サーボモータの速度－トルク特性の例を示す図である。

【図 6】

ノーワークのときの打ち抜き加工の実測データを示す図である。

【図 7】

図 6 の実測データに基づく特徴抽出波形データ（a）および打ち抜きトルク－速度特性（b）を示す図である。

【図 8】

薄板のワークを小径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データを示す図である。

【図 9】

図 8 の実測データに基づく特徴抽出波形データ（a）および打ち抜きトルク－速度特性（b）を示す図である。

【図 10】

薄板のワークを大径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データを

示す図である。

【図 11】

図 10 の実測データに基づく特徴抽出波形データ (a) および打ち抜きトルク－速度特性 (b) を示す図である。

【図 12】

厚板のワークを小径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データを示す図である。

【図 13】

図 12 の実測データに基づく特徴抽出波形データ (a) および打ち抜きトルク－速度特性 (b) を示す図である。

【図 14】

この発明によるプレス機械の連続加工システムの他の実施の形態を示す要部の縦断面図である。

【図 15】

図 14 に示す要部の右側面図である。

【図 16】

図 14 のサーボモータとそれを駆動するサーボアンプの構成例を示す結線図である。

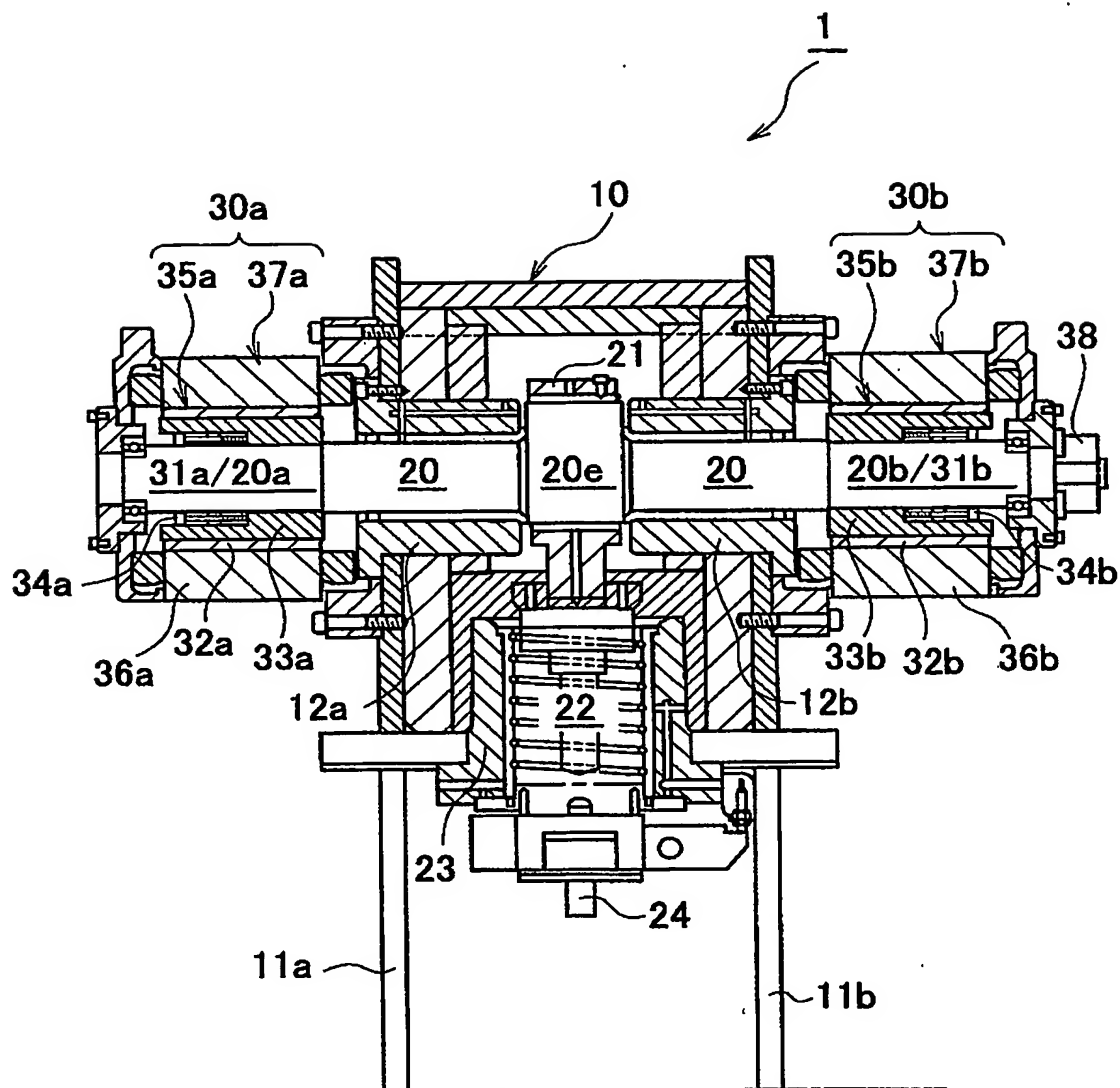
【符号の説明】

- 1、101 プレス機械の連続加工システム
- 10、110 タレットパンチプレス
- 11a、11b、111a、111b フレーム
- 12a、12b、112a、112b 軸受部
- 20、120 エキセンシャフト
- 20a、20b、120a 延長部
- 20e、120e 偏心軸部
- 21、121 コンロッド
- 22、122 ラム
- 23、123 ラムガイド

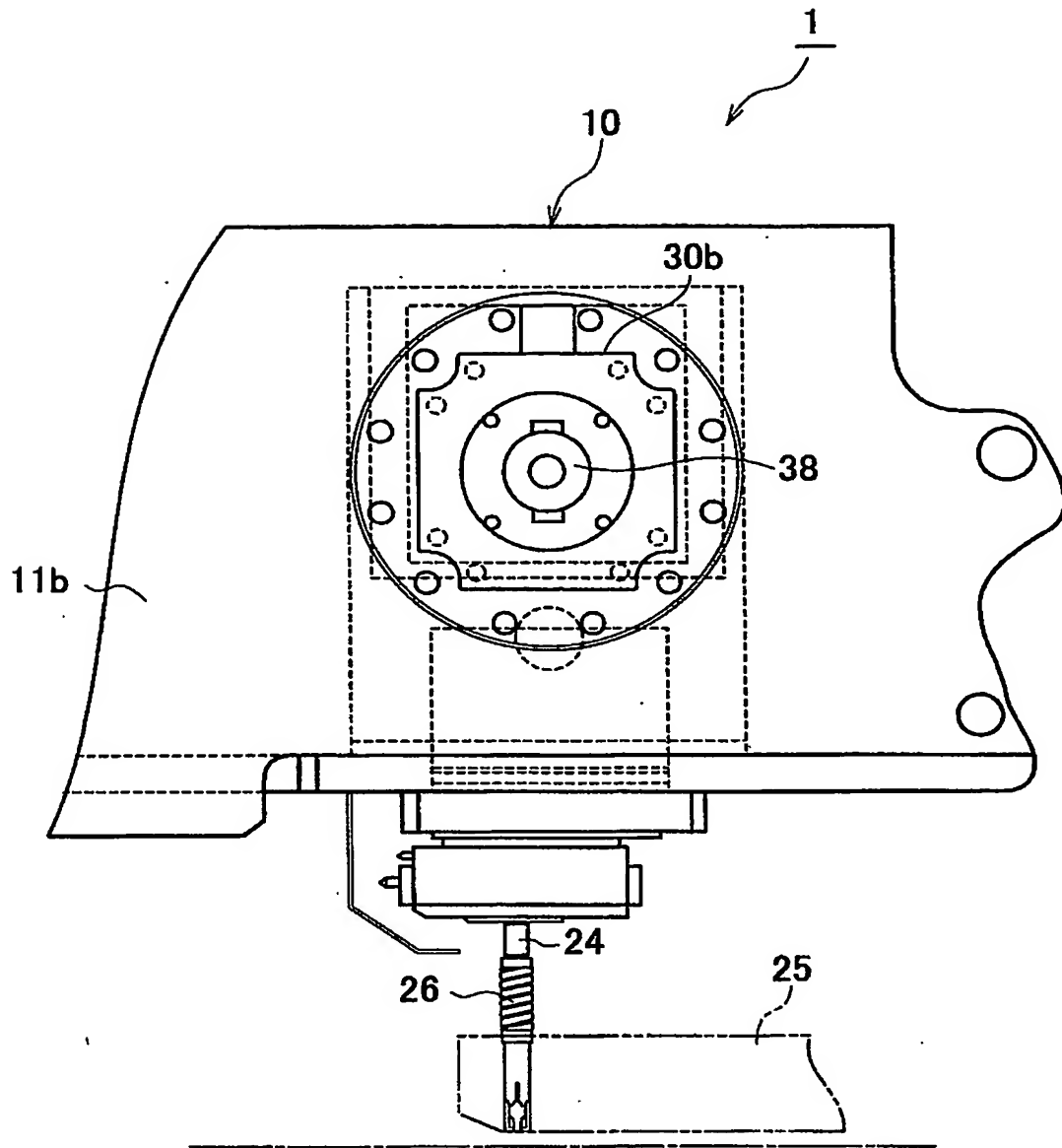
24、124 ストライカ
25、125 タレット
26、126 パンチ金型
30a、30b、130 サーボモータ
31a、31b、131 モータ主軸
32a、32b、132 磁極用マグネット (永久磁石)
33a、33b、133 スリーブ
34a、34b、134 ブッシュ
35a、35b、135 ロータ (回転子)
36a、36b、136 外筒
37a、37b、137 ステータ (固定子)
38、138 ロータリエンコーダ
40a、40b、140a、140b サーボアンプ
41a、41b、141a、141b コンバータ
42a、42b、142a、142b パワードライバ
43a、43b、143a、143b リアクトル
44a、44b、144a、144b コンデンサ

【書類名】 図面

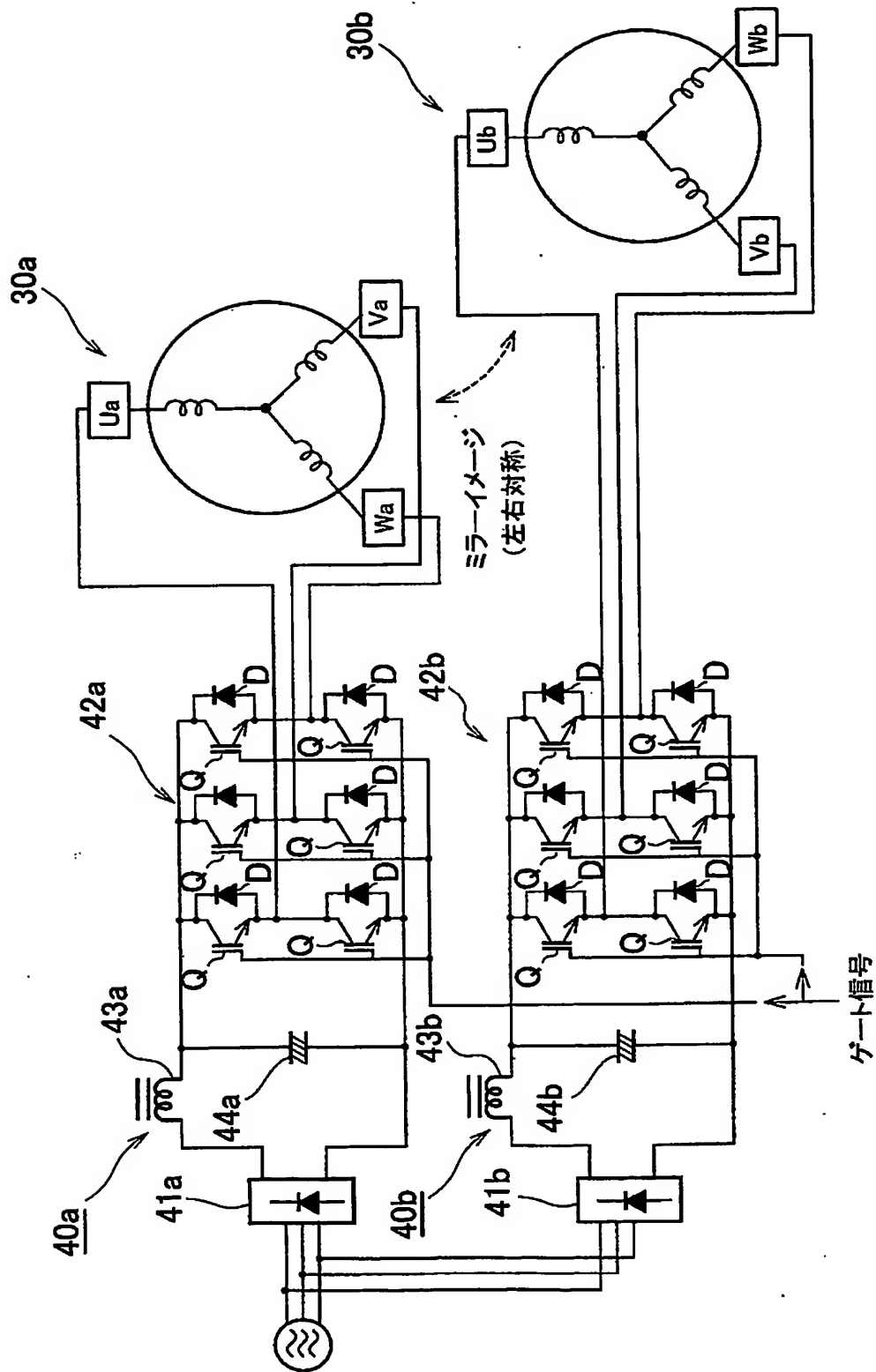
【図 1】



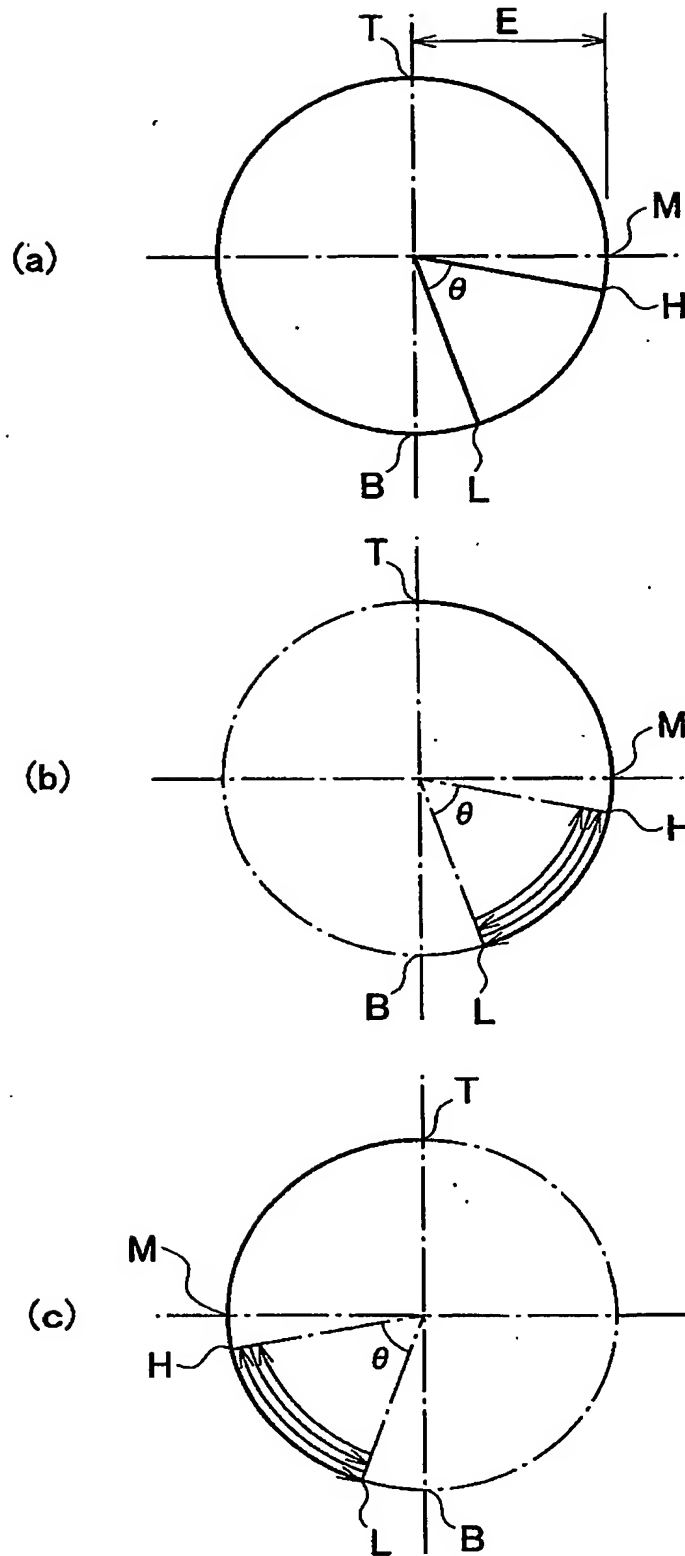
【図 2】



【図 3】

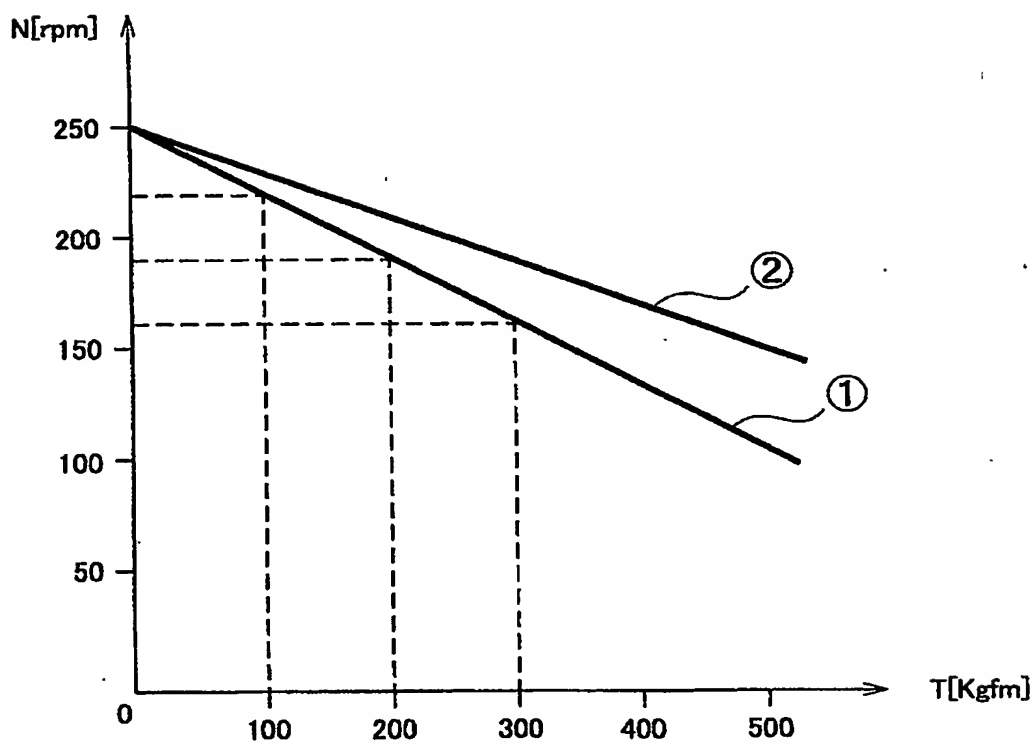


【図 4】

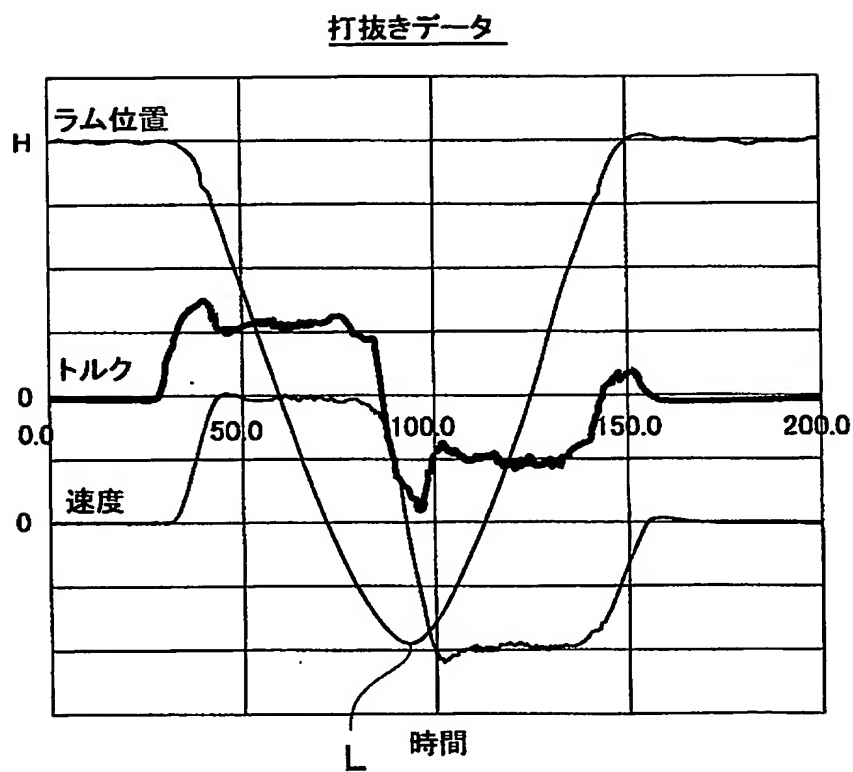


【図 5】

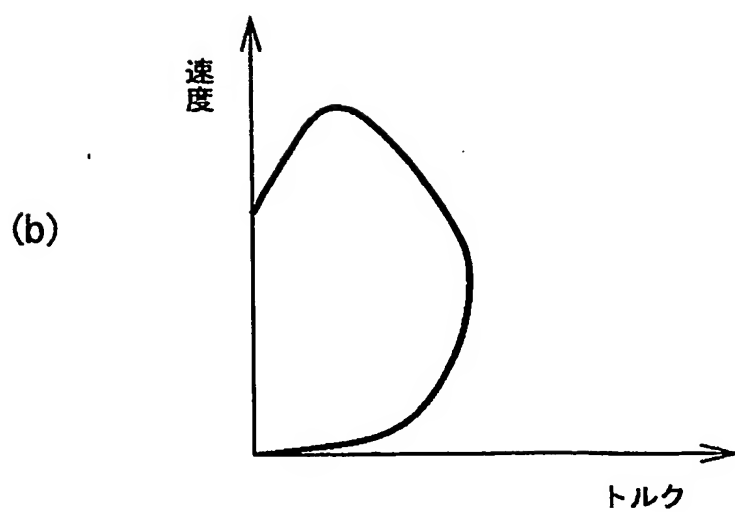
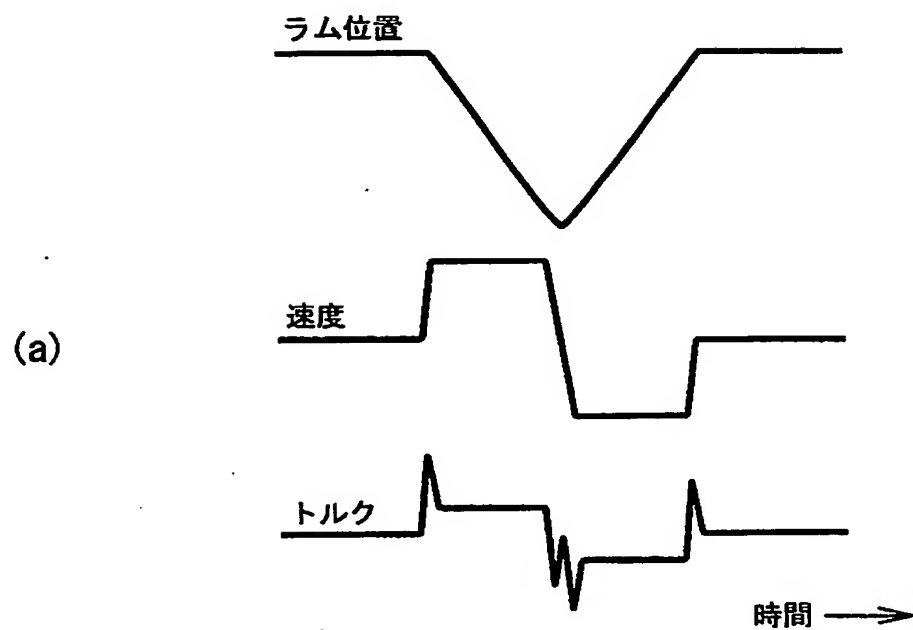
サーボモーターの速度-トルク特性



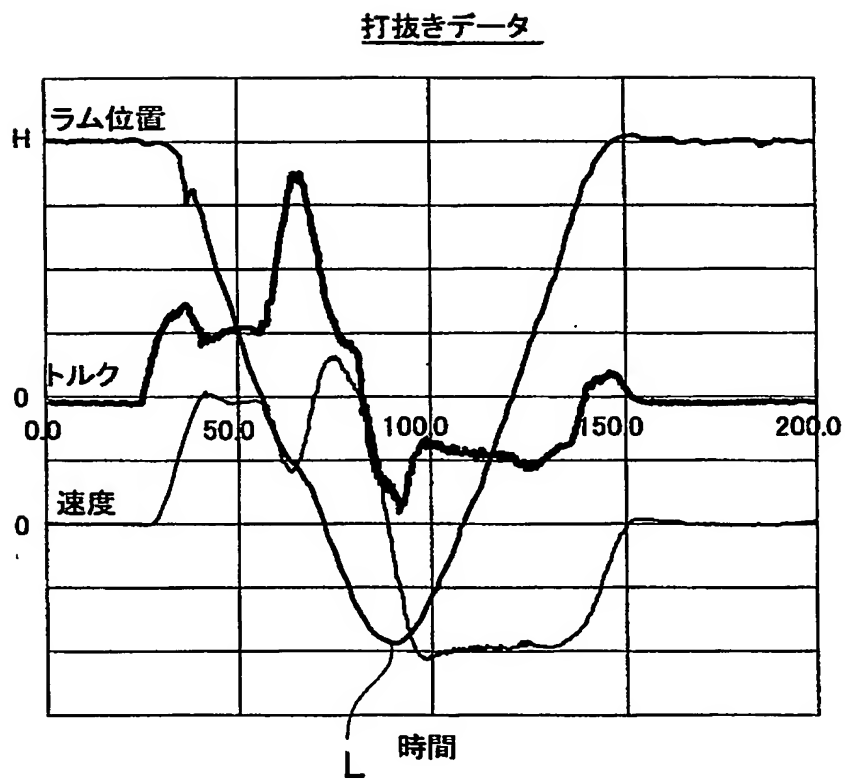
【図 6】



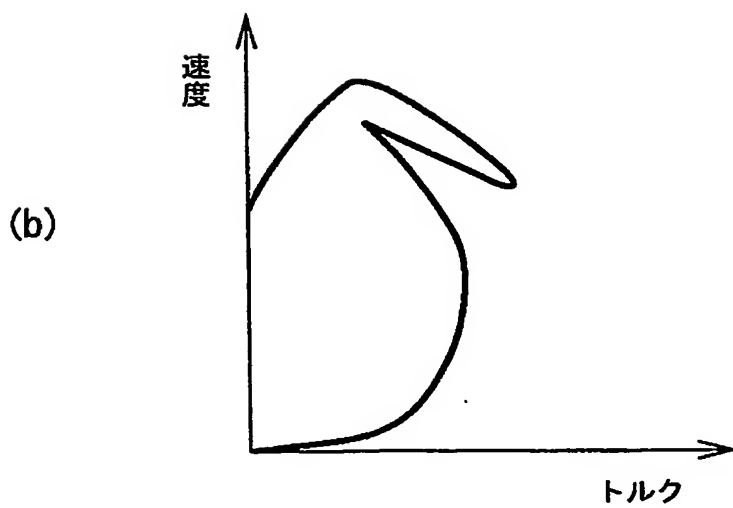
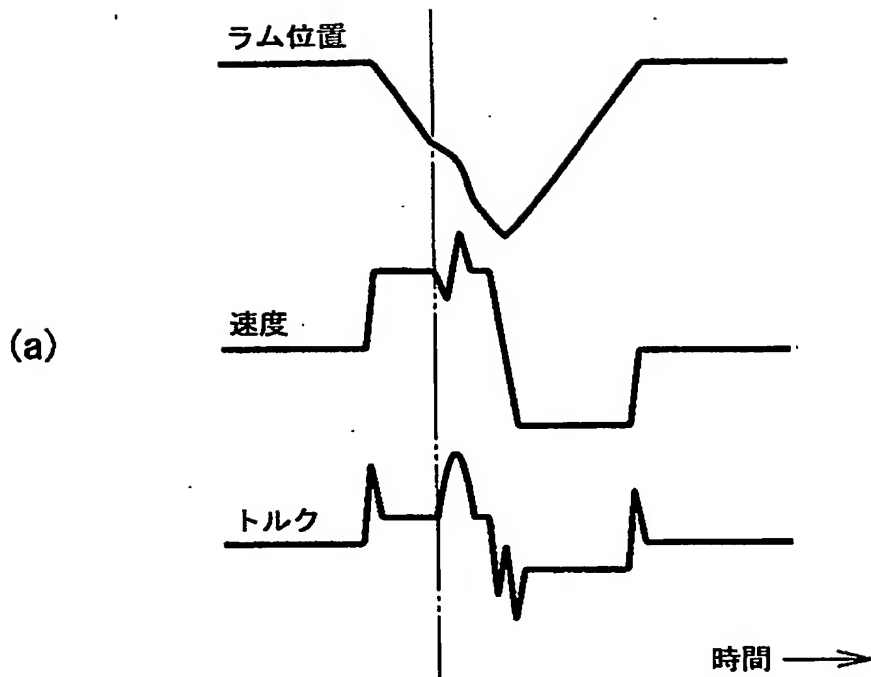
【図 7】



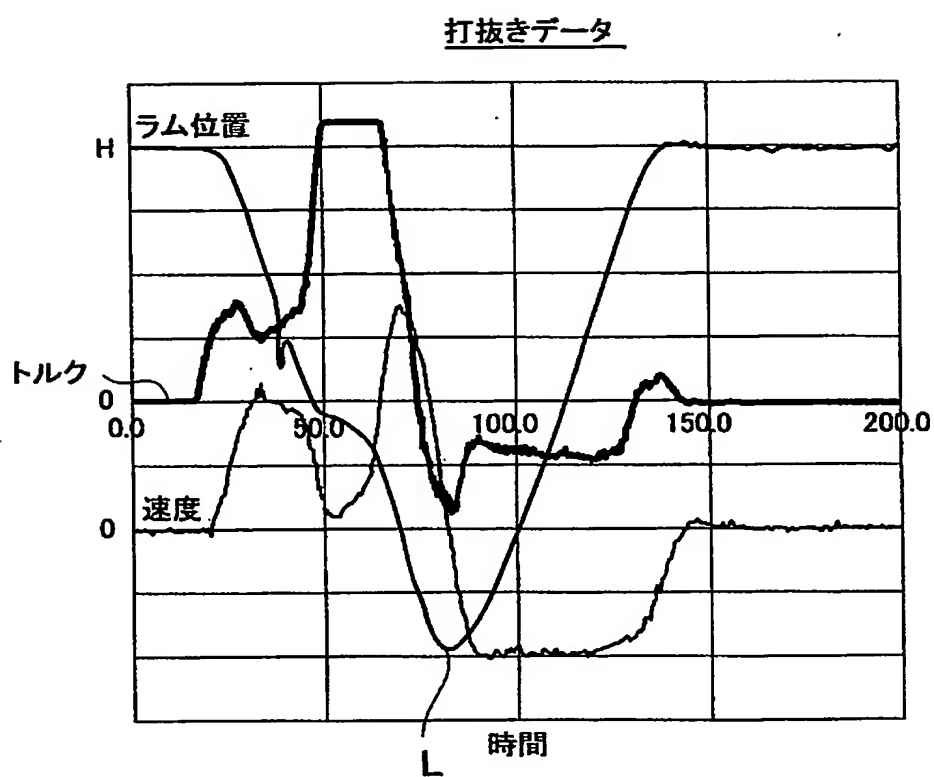
【図 8】



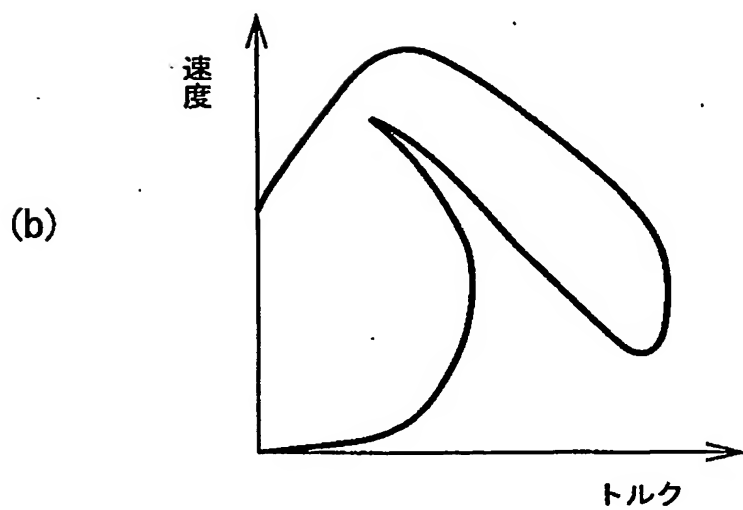
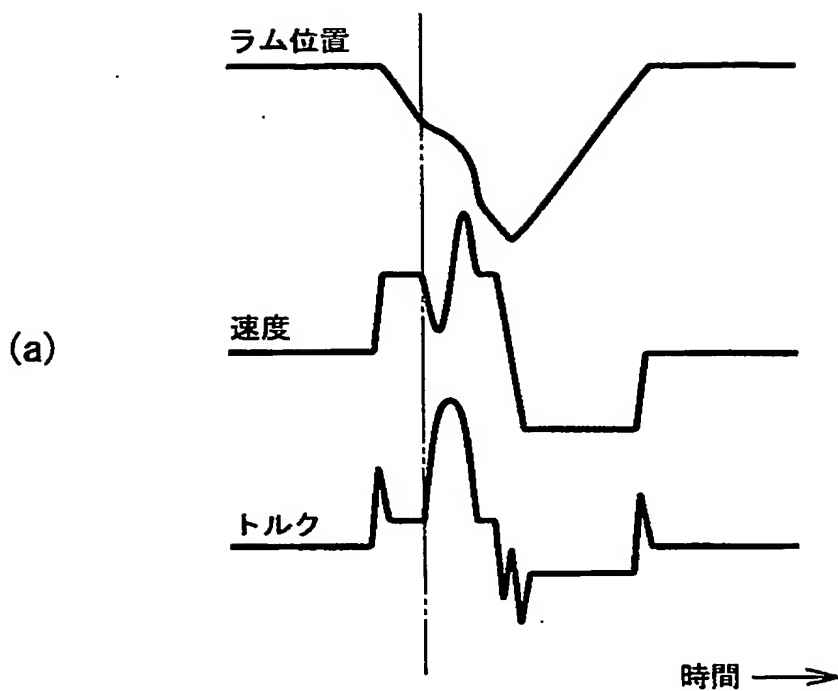
【図 9】



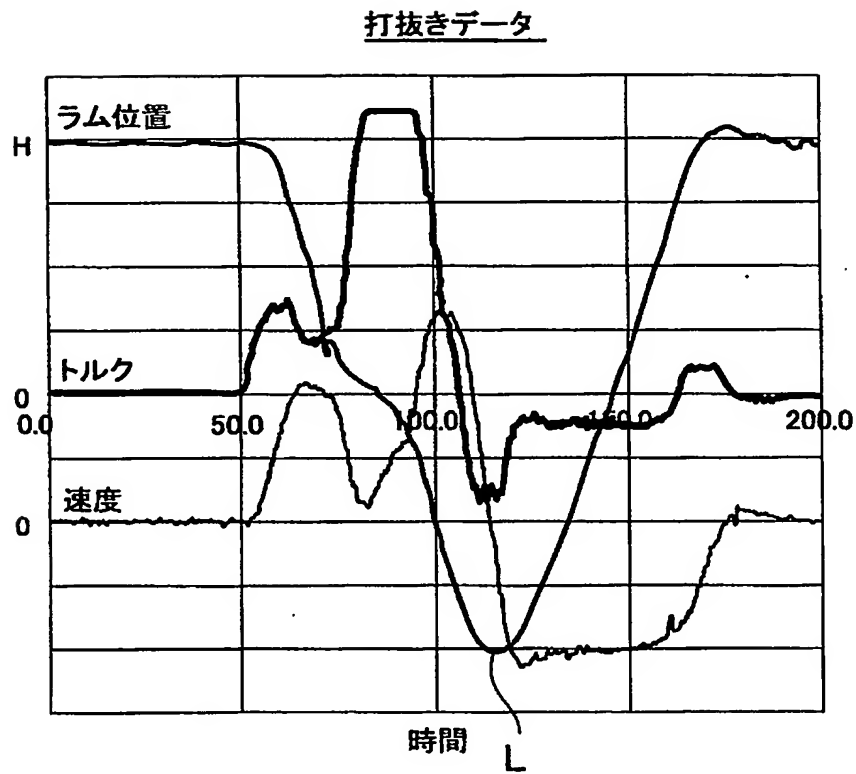
【図 10】



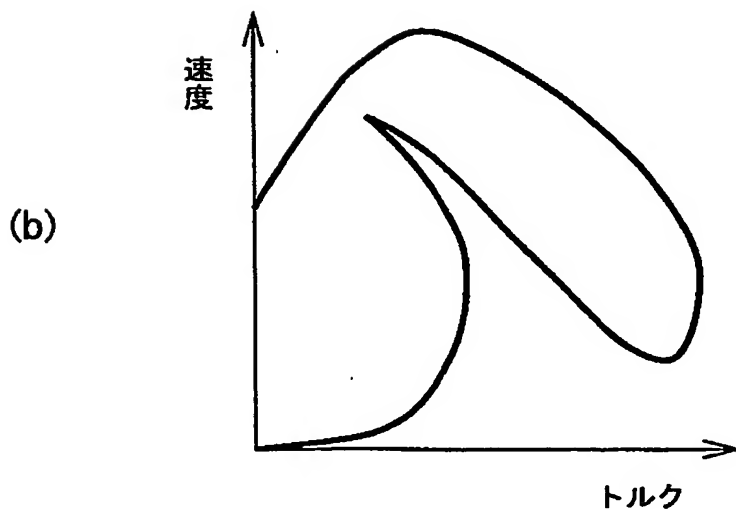
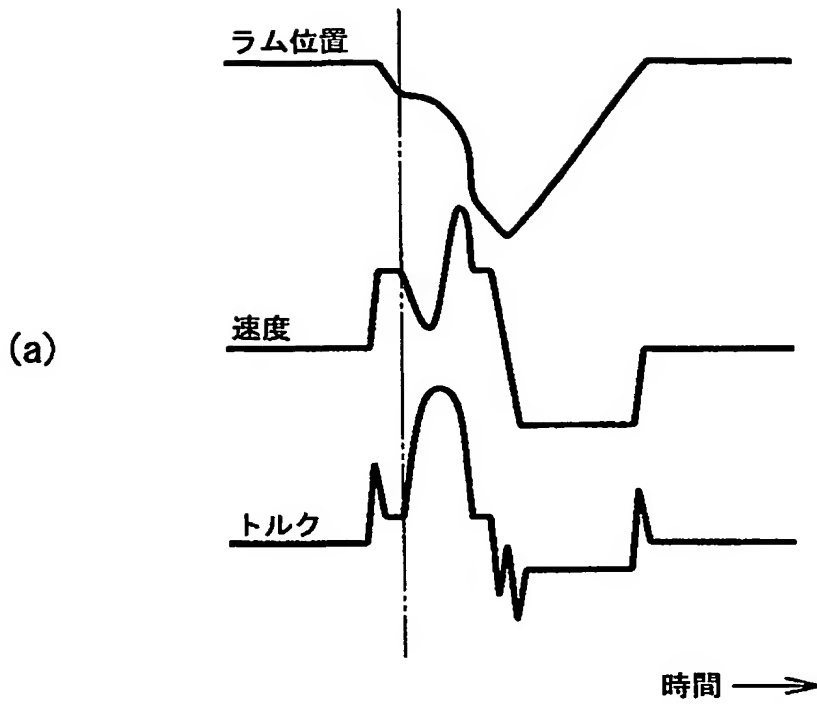
【図11】



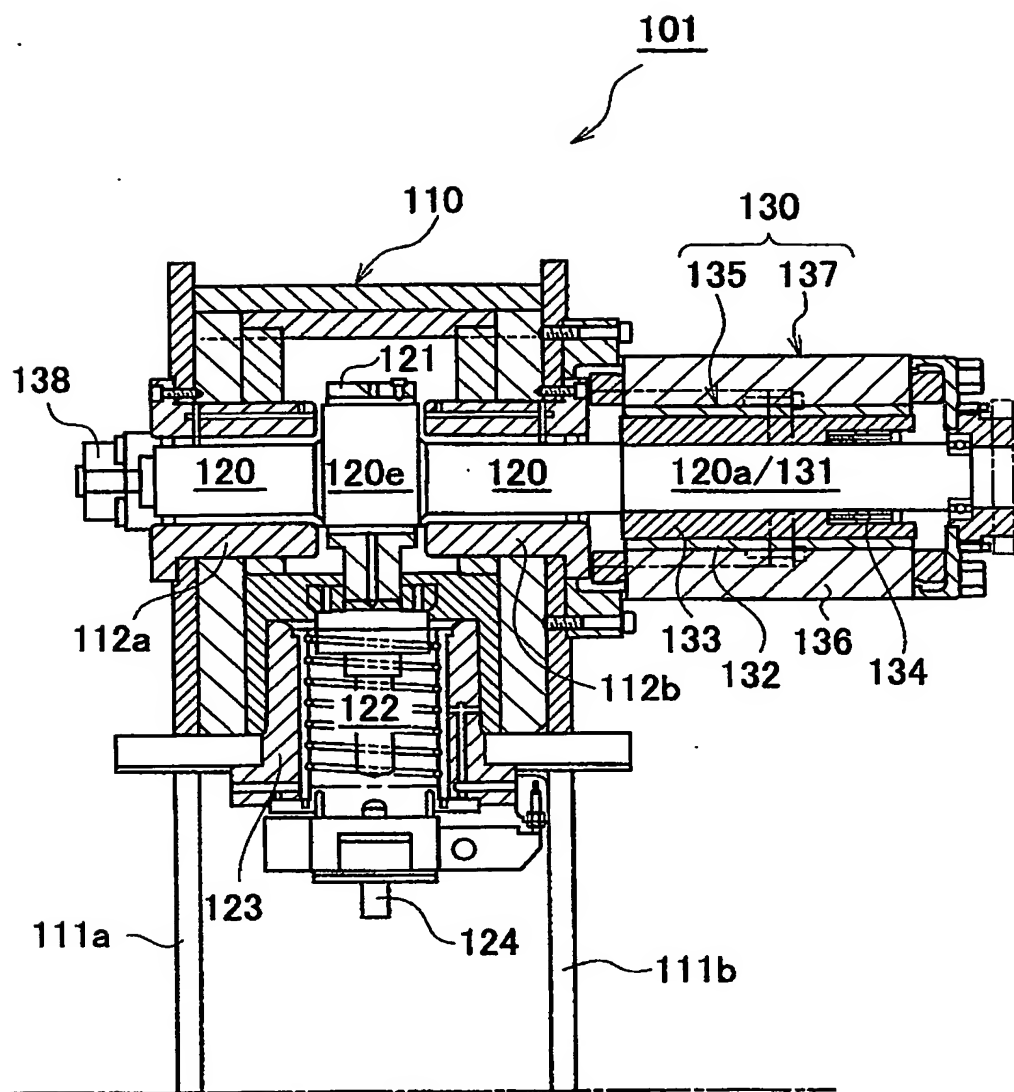
【図 12】



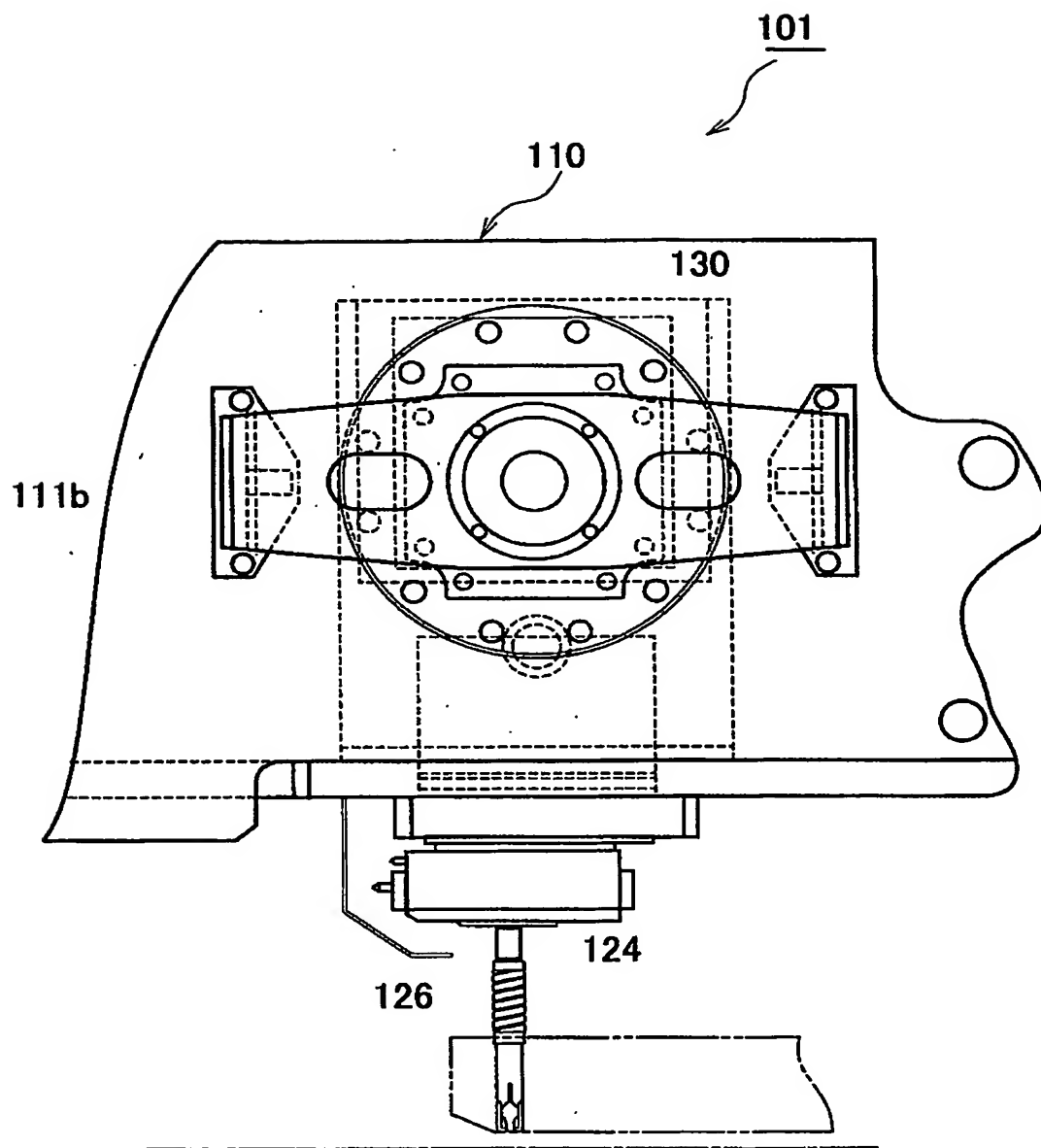
【図 13】



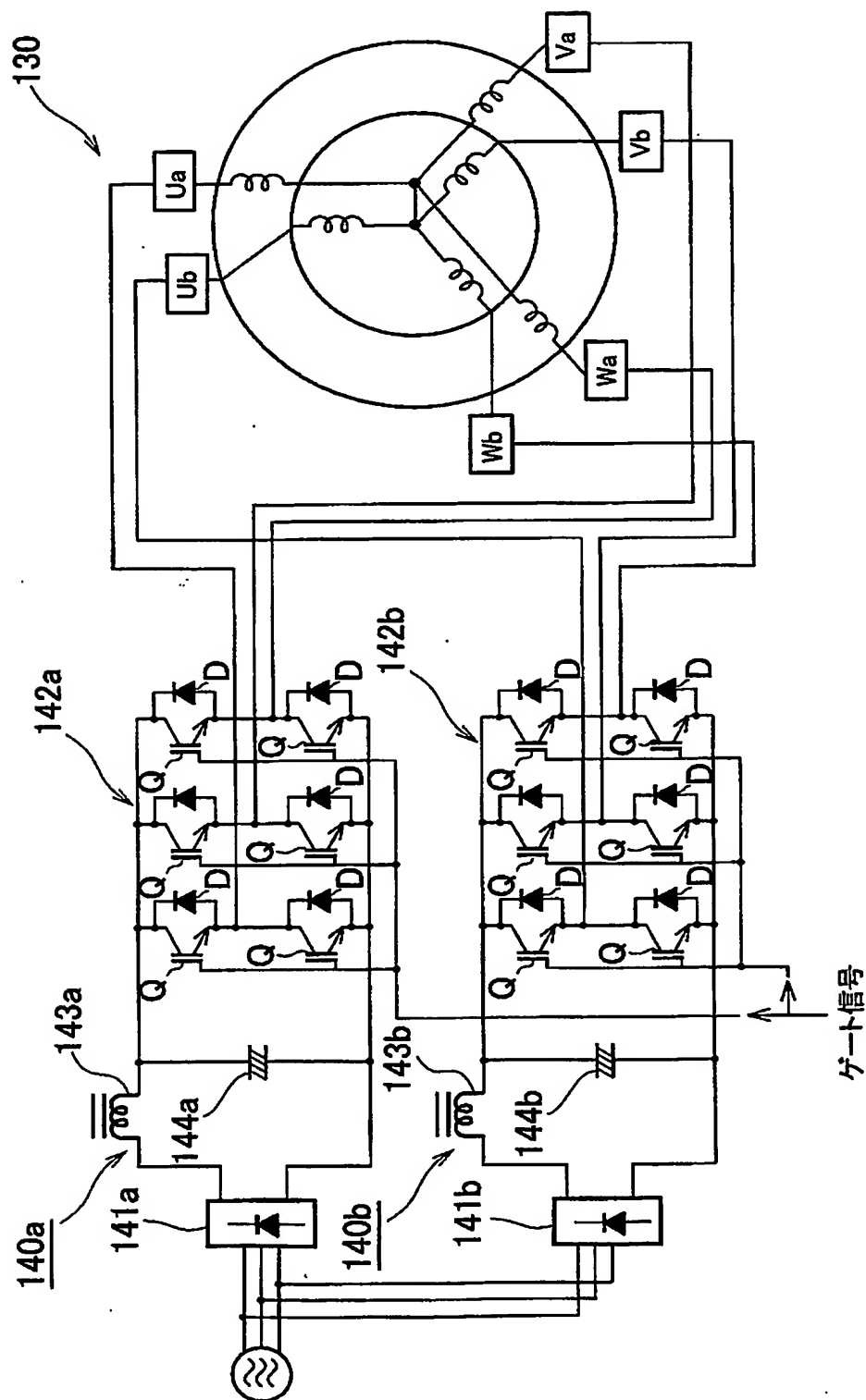
【図 14】



【図15】



【図16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 駆動力の伝達遅れが原理的になく、制御遅れも発生せず、応答性がよく、ラムの高速化を図る。

【解決手段】 ラム 22 の動力源として、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使うことで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータ 30 を採用し、このサーボモータ 30 により、ラム 22 を上下動させる回転可能な作動軸 20 を直接駆動する。ラム 22 がプレス加工に要する所定の下降端位置 L と、この位置から戻されてラムの下端部が工具上面から離れる位置 H との間を上下動するように、サーボモータ 30 が作動軸 20 をラム 22 の当該両位置 L、H 間に相当する角度範囲だけ連続して往復回転させることで、ワークに連続的なプレス加工を行なう。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 4 5 3 7 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 1 4 6 7 2]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 1 月 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県伊勢原市石田 2 0 0 番地

氏 名

株式会社アマダ

特願 2 0 0 3 - 1 4 5 3 7 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 9 5 0 6 7 3 7 2]

1. 変更年月日

1 9 9 5 年 5 月 1 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県伊勢原市石田 3 1 8 番地 3

氏 名

株式会社エヌエスエンジニアリング